

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pra-Penelitian CKS yang Telah Dilakukan

3.1.1 Analisa Saringan Agregat CKS

Untuk mengetahui ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit dengan kata lain keampatannya tinggi.

Pada agregat untuk pembuatan beton diupayakan suatu butiran yang keampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit, sehingga hanya membutuhkan bahan ikat sedikit. Sebagai pernyataan dalam perhitungan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam suatu ayakan. Dari hasil dilapangan didapat yaitu :

Tabel 3.1 Analisa Saringan Agregat CKS

Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah berat tertahan (gram)	Presentase		Kumulatif (%)
			tertahan (%)	lewat (%)	
76.2 mm (3")	0	0	0	100	0
50.8 mm (2")	0	0	0	100	0
25,4 mm (1")	0	0	0	100	0
19,1 mm (3/4")	0	0	0	100	0
12,7 mm (1/2")	188	188	7.52	92.48	7.52
9,52 mm (3/8)	604	792	24.16	75.84	31.68
4,75 mm (No.4)	1610	2402	64.4	35.6	96.08
2.36 mm (No.8)	98	2500	3.92	96.08	100
1.18 mm (No.16)	0	0	0	0	100
0.85 mm (No.30)	0	0	0	0	100
0.425 mm (No.50)	0	0	0	0	100
0.15 mm (No.100)	0	0	0	0	100
	2500		100		635.28

Analisa perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Modulus kehalusan agregat} &= \frac{\text{Kumulatif (\%)}}{100} \\ &= \frac{635,28}{100} \\ &= 6,35\end{aligned}$$

Dari hasil data didapatkan nilai modulus kehalusan agregat cangkang kelapa sawit yaitu 6,35. untuk nilai modulus kehalusan agregat halus adalah berkisar antar 2 sampai 3,5, sedangkan untuk nilai modulus kehalusan agregat kasar adalah berkisar antara 5 sampai 7.

3.1.2 Pemeriksaan Keausan Agregat CKS

Pengujian keausan ini diperlukan untuk mengetahui tingkat ketahanan agregat cangkang kelapa sawit terhadap keausan, percobaan yang dilakukan dengan menggunakan bola-bola baja yang dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles, selanjutnya mesin diputar dengan kecepatan 30/33 sebanyak 500 putaran. Agregat yang sudah diuji tersebut kemudian disaring dan dicuci lalu ditimbang beratnya.

Nilai akhir dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara benda uji yang tertahan saringan no 12 dengan berat benda uji semula. Nilai tinggi menunjukkan banyakna benda uji yang hancur akibat putaran alat yang mengakibatkan tumbukan dan geser antar partikel dengan bola - bola baja.



a. Uji gradasi agregat CKS



b. Agregat CKS tertahan saringan No.12

Gambar 3.1 Penyiapan Agregat Cangkang Kelapa Sawit

Nilai abrasi $> 40\%$ menunjukkan agregat tidak mempunyai kekerasan cukup untuk digunakan sebagai bahan pelapis permukaan dan lapis pondasi atas. Nilai abrasi 50% dapat digunakan sebagai bahan lapisan bagian bawah.

Tabel 3.2 Pemeriksaan Keausan Agregat CKS

Gradasi Pemeriksaan		C	
Ukuran Saringan		C sebelum	C sesudah
(mm)	(mm)	a	B
76,20 (3")	63,50 (2½")		
63,50 (2½")	50.80 (2")		
50.80 (2")	38.10 (1½")		
38.10 (1½")	25.40 (1")		
25.40 (1")	19.05 (¾")		
19.05 (¾")	12.70 (½")		
12.70 (½")	9.51 (¾")		
9.51 (¾")	6.35 (¼")	2500	
6.35 (¼")	4.75 (No.4)	2500	
4.75 (No.4)	2.36 (No.8)		
Jumlah Berat		5000	
Berat Tertahan #No.12			4566
Keausan = $(a-b)/a \times 100\%$		8.68	

Dari pengujian keausan agregat cangkang kelapa sawit yang telah dilakukan diperoleh nilai keausan rata-rata adalah $8,68\%$. Menurut SNI 03-2417-1991, nilai keausan agregat yang baik untuk digunakan dalam konstruksi adalah $< 40\%$. Jadi benda uji merupakan agregat yang baik digunakan dalam konstruksi.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium beton jurusan Teknik Sipil Fakultas Muhammadiyah Malang.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan rencana terhadap pembuatan benda uji dengan perbandingan antara beton normal dan beton cangkang kelapa sawit. Variabel bebas yaitu agregat CKS (0% , 25% , 50% dari agregat kasar) sedangkan variabel tetap yaitu kuat tekan beton, modulus elastisitas beton, dan 20% fly ash.

Benda uji beton berbentuk selinder dengan ukuran $\varnothing 7.5 - 15\text{cm}$ untuk kuat tekan dan selinder $\varnothing 15 - 30\text{cm}$ untuk modulus elastisitas. Perbandingan campuran beton antara lain :

Tabel 3.3 Komposisi Bahan Campuran Beton

Campuran	Portland Cemen	Fly Ash	Sand	Course	Oil Palm Shell	Jumlah Benda Uji	Ukuran selinder
I	100%	0%	100%	100%	0%	3	7.5 x 15 cm
						3	15 x 30 cm
II	80%	20%	100%	100%	0%	3	7.5 x 15 cm
						3	15 x 30 cm
III	80%	20%	100%	75%	25%	3	7.5 x 15 cm
						3	15 x 30 cm
IV	100%	0%	100%	50%	50%	3	7.5 x 15 cm
						3	15 x 30 cm
V	100%	20%	100%	50%	50%	3	7.5 x 15 cm
						3	15 x 30 cm
VI	100%	0%	100%	75%	25%	3	7.5 x 15 cm
						3	15 x 30 cm
Total Benda Uji						42	

3.3.1 Rancangan Mix Design

Mix design adalah untuk menentukan perbandingan campuran bahan untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan rata-rata sesuai yang ditargetkan pada umur 28 hari. Berikut tabel mix design beton normal dan beton cangkang kelapa sawit :

Tabel 3.4 Mix Design Beton Normal

No.	Urain	Beton CKS 0%	Beton CKS 0% + 20% fly-ash	Beton CKS 25% + 20% fly-ash	Beton CKS 50%	Beton CKS 50% + 20% fly-ash	Beton CKS 25%	Satuan
1	f'c	25	25	25	25	25	25	MPa
2	Deviasi Standart	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	MPa
3	Margin	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	MPa
4	f'cr	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	MPa
5	Jenis Semen	I	I	I	I	I	I	
6	Agregat Kasar	CKS	CKS	CKS	CKS	CKS	CKS	
		Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	

	Agregat Halus	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	Batu Pecah	
7	Faktor air semen	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	
8	Faktor air semen maksimum	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	Nilai Slump	100	100	100	100	100	100	mm
10	Ukuran maksimum agregat	20	20	20	20	20	20	mm
11	Kebutuhan air	241.75	241.75	241.75	241.75	241.75	241.75	lt/m3
13	Kebutuhan semen	417	334	334	417	334	417	kg
14	Kebutuhan fly ash	0	83	83	0	83	0	kg
15	Kebutuhan semen minimum	275	275	275	275	275	275	kg
16	Kebutuhan semen yang dipakai	417	417	417	417	417	417	kg
17	Penyesuaian fas	Tetap	Tetap	Tetap	Tetap	Tetap	Tetap	
18	Golongan Pasir	3	3	3	3	3	3	
19	Presentase Pasir	41	41	41	41	41	41	%
20	Bj Campuran	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	
21	Berat Beton	2301	2301	2301	2301	2301	2301	kg/m3
22	Kebutuhan Agregat Campuran Kerikil Pasir	1642	1642	1642	1642	1642	1642	kg
23	Kebutuhan Pasir	673	673	673	673	673	673	kg
24	Kebutuhan Kerikil	969	969	727	485	485	727	kg
25	Kebutuhan CKS	0	0	121	242	242	121	kg

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan dari pengujian ini yaitu mempersiapkan bahan-bahan dan alat yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton yang akan dibuat. Persiapan alat yang digunakan merupakan alat dari Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Limbah cangkang kelapa sawit diambil dari Pabrik PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) di Desa Long Kali Kec. Pasir Belengkong Kab. Paser Kalimantan Timur.

3.4.1 Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Timbangan 5kg dan 10kg
Digunakan untuk menentukan berat semen dan cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengisi pembentukan beton. Menentukan berat benda uji.
2. Loyang
Digunakan sebagai tempat agregat halus, agregat kasar, dan semen pada saat penimbangan dan pengovenan pada pengujian material.
3. Mesin uji kuat tekan hancur (*compression strength*).
Digunakan untuk menentukan kuat tekan benda uji.
4. Tabung Air
Digunakan untuk mengukur banyaknya air yang di gunakan.
5. Scoop
Scoop digunakan sebagai alat untuk mengambil agregat halus.
6. Alat bantu lainnya.

3.4.2 Persiapan Bahan

Persiapan Bahan Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Semen
Semen yang digunakan adalah type semen PPC jenis IP-U PPT. Semen Gersik 40 kg.
2. Cangkang Kelapa Sawit
Cangkang kelapa sawit di gunakan sebagai campuran pada beton dan di peroleh dari PTPN Pabrik Minyak Sawit Long Pinang, Kab.Paser, Kaltim.



Gambar 3.2 Limbah CKS

3. Air

Air yang digunakan dalam penelitian diambil dari jaringan air bersih dari Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.

4. Fly Ash

Fly ash di ambil dari PLTU Tanjung Jati B Jepara.

5. Batu Pecah

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan dengan ukuran maksimal 20 mm.

6. Pasir

Jenis pasir yang di ambil dari pasir sungai.

3.5 Pembuatan Beton

Langkah-langkah pencetakan benda uji:

1. Menyiapkan peralatan (timbangan analitis 10 kg, cetakan selinder, loyang dan alat bantu lainnya).
2. Menyiapkan bahan pengisi beton (semen, cangkang kelapa sawit dan yang lainnya) sesuai dengan volume yang direncanakan.
3. Masukkan air dan semen di dalam loyang besar lalu aduk sampai rata.
4. Masukkan kerikil dan pasir yang telah di tentukan ke dalam loyang besar.

5. Lakukan pengadukan dengan memasukan cangkang kelapa sawit ke dalam campuran beton sampai merata.
6. Mencetak benda uji.
7. Melakukan pengepresan pada benda uji.

3.6 Perawatan

Perawatan benda uji yaitu dengan melakukan penjemuran terhadap beton yang baru dikeluarkan dari cetakan dalam jangka waktu sesuai dengan umur beton yang akan diuji yaitu 28 hari. Penjemuran ini dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan cangkang kelapa sawit terhadap proses pengerasan beton yang dapat mempengaruhi kekuatan beton.

3.7 Pengujian Beton

Pengujian beton dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.

3.7.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah silinder beton dengan diameter 15 mm x tinggi 30 mm dan diameter 7,5 cm x tinggi 15 cm . Pengujian ini bertujuan untuk mengamati besarnya beban (P) maksimum atau beban pada saat beton hancur dengan menggunakan alat uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*). Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah SNI 1974 : 2011.

a. Perlakuan Benda Uji

Uji tekan benda uji yang dirawat lembab harus dilakukan sesegera mungkin setelah pemindahan dari tempat pelembaban. Benda uji harus dipertahankan dalam kondisi lembab dengan cara yang dipilih selama periode antara pemindahan dari tempat pelembaban dan pengujian. Benda uji harus diuji dalam kondisi lembab pada temperatur ruang.

b. Toleransi Waktu Pengujian

Semua benda uji untuk umur uji yang ditentukan harus diuji dalam toleransi waktu yang diizinkan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Toleransi Waktu yang Diizinkan

Umur uji	Waktu yang diizinkan
12 jam	± 15 menit atau 2,1 %
24 jam	± 30 menit atau 2,1 %
3 hari	± 2 jam atau 2,8 %
7 hari	± 6 jam atau 3,6 %
28 hari	± 20 jam atau 3,0 %
90 hari	± 2 hari atau 2,2 %

c. Penempatan Benda Uji

Letakkan landasan tekan datar bagian bawah, dengan permukaan kerasnya menghadap ke atas pada meja atau bidang datar mesin uji secara langsung di bawah blok setengah bola. Bersihkan permukaan landasan tekan atas, landasan tekan bawah dan permukaan benda uji kemudian letakkan benda uji pada landasan tekan bawah.

- Lakukan verifikasi nilai nol dan dudukan landasan sebelum pengujian, pastikan penunjuk beban sudah menunjukkan nol. Dalam hal penunjuk tidak sempurna menunjukkan nol, atur penunjuk. Pada saat landasan atas yang didudukan pada setengah bola diturunkan untuk membebani benda uji, putar bagian yang dapat bergerak perlahan-lahan dengan tangan sehingga dudukan yang rata tercapai.
- Teknik yang digunakan untuk melakukan verifikasi dan mengatur penunjuk beban nol akan beragam tergantung pada pembuat mesin. Pelajari manual atau alat kalibrasi mesin tekan untuk mendapatkan teknik yang benar.

d. Rentang Beban

Lakukan pembebanan secara terus menerus dan tanpa kejutan:

- Untuk mesin penguji tipe ulir, kepala mesin tekan yang bergerak harus bergerak pada kecepatan mendekati 1,3 mm/menit, pada saat mesin bergerak tanpa beban. Untuk mesin yang digerakan secara hidrolis, beban harus diberikan pada kecepatan gerak yang sesuai dengan kecepatan pembebanan pada benda uji dalam rentang 0,15 Mpa/detik sampai dengan 0,35 Mpa/detik. Kecepatan gerak yang ditentukan harus dijaga minimal selama setengah pembebanan terakhir dari fase pembebanan yang diharapkan dari siklus pengujian;

- Selama periode $\frac{1}{2}$ (setengah) pertama dari 1 (satu) fase pembebanan yang diharapkan, pembebanan yang lebih cepat diperbolehkan;
- Jangan membuat perubahan pada kecepatan gerak dari dasar mendatar kapanpun saat benda uji kehilangan kekakuan secara cepat sesaat sebelum hancur.

e. Pembebanan

Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur dan catat beban maksimum yang diterima oleh benda uji. Catat tipe kehancuran dan kondisi visual benda uji beton.

f. Perhitungan

Hitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan sebagai mana yang diuraikan pada Pasal 5 dan nyatakan hasilnya dengan dibulatkan ke 1 (satu) desimal dengan satuan 0,1 Mpa.

3.7.2 Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Benda uji pada pengujian modulus elastisitas mengalami beban yang sama dengan pengujian kuat tekan beton.

Langkah-langkah pengujian modulus elastisitas beton adalah sebagai berikut:

1. Menimbang berat, mengukur tinggi dan diameter benda uji.
2. Memasang dan mengatur jarum *compressometer* dan *extensometer* pada posisi nol arah longitudinal pada mesin uji tekan
3. Pengujian dilakukan dengan beban pada kecepatan yang konstan, yaitu setiap penambahan 20 kN.
4. Untuk pengambilan data dengan cara mencatat besarnya perubahan panjang (Δl) untuk setiap penambahan tekanan sebesar 20 kN yang dapat dibaca dari jarum *compressometer* dan *extensometer*.
5. Menghitung regangan (ϵ) yang terjadi.

3.8 Diagram Alir

